

УДК 621.43

ПОЛІПШЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ СУЧАСНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА В РЕЖИМІ ХОЛОСТОГО ХОДУ

Ю.Ф. Гутаревич, проф., д.т.н., С.В. Карев, доц., к.т.н.,
Є.В. Шуба, асистент, Національний транспортний університет, м. Київ

Анотація. Наведено результати досліджень впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду бензинового двигуна 4Ч 7,65/7,56 із сучасною системою впорскування та зворотним зв'язком на паливну економічність та екологічні показники при роботі в режимі холостого ходу.

Ключові слова: холостий хід, система впорскування, водневмісний газ, паливна економічність, екологічні показники.

УЛУЧШЕНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ СОВРЕМЕННОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

Ю.Ф. Гутаревич, проф., д.т.н., С.В. Карев, доц., к.т.н.,
Е.В. Шуба, ассистент, Национальный транспортный университет, г. Киев

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду бензинового двигателя 4Ч 7,65 / 7,56 с современной системой впрыска и обратной связью на топливную экономичность и экологические показатели при работе в режиме холостого хода.

Ключевые слова: холостой ход, система впрыска, водородсодержащий газ, топливная экономичность, экологические показатели.

IMPROVING THE FUEL EFFICIENCY OF THE MODERN PETROL ENGINE IN THE IDLE OPERATING MODE

Y. Hutarevych, Prof., D. Sc. (Eng.), S. Karev, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),
Y. Shuba, T. Asst., National Transport University, Kyiv

Abstract. The results of studies of the effect of hydrogen-containing gas additives to the gasoline engine air charge 4Ч 7,65 / 7,56 with a modern injection system and feedback as for the fuel efficiency and environmental performance in the idle operating mode are given.

Key words: idling, fuel injection system, hydrogen-containing gas, fuel efficiency, environmental performance.

Вступ

Відомо, що одним з недоліків бензинового двигуна є погіршення паливної економічності та екологічних показників у режимах малих навантажень та холостого ходу. Це пояснюється тим, що у вище названих режимах використовується дроселювання паливоповітряної суміші, що збільшує насосні втрати і погіршує умови згоряння. Одним з перспективних напрямів усунення цього недоліку є

використання як добавки до повітряного заряду водневмісного газу, отриманого шляхом електролізу водного розчину лугу. Цей газ складається з молекул і атомів водню та кисню (H_2/O_2). За рахунок того, що вказаний газ має швидкість згоряння вищу, ніж бензин, інтенсифікується процес згоряння основного палива і, як результат, поліпшуються паливо-економічні та екологічні показники двигуна.

Мета і постановка завдання

Метою роботи є визначення впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду бензинового двигуна із системою впорскування та зворотним зв'язком при роботі в режимах холостого ходу на його паливну економічність та екологічні показники.

Аналіз публікацій

Аналіз літературних джерел показав, що використання водню та водневмісних сполук як добавки до паливоповітряної суміші широко досліджується. У роботах [1, 2] встановлено, що добавка водневмісного газу дозволяє поліпшити паливну економічність та екологічні показники бензинових двигунів. Зокрема при роботі з добавкою водневмісного газу зменшуються годинна і питома витрати палива та знижуються концентрації продуктів неповного згоряння у відпрацьованих газах. Але в цих дослідженнях при оцінці впливу H_2/O_2 на паливну економічність не враховано витрати енергії на проведення електролізу. У роботі [3] встановлено, що в результаті додавання водню відбувається скорочення фаз згоряння та зростання швидкості поширення полум'я, що свідчить про інтенсифікацію згоряння в циліндрах двигуна.

На кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету проводяться дослідження щодо використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду автомобільних двигунів. У роботі [4] проведено дослідження стосовно впливу добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення. Розрахунком встановлено, що добавка водневмісного газу до повітряного заряду карбюраторного двигуна приводить до незначного збагачення паливоповітряної суміші. Так, якщо при роботі без добавки водневмісного газу коефіцієнт надміру повітря становив 1,0, то при добавці 5 % H_2/O_2 зменшився до 0,99. У свою чергу, внаслідок додавання водневмісного газу зростає відношення H/C , яке є показником, що характеризує інтенсивність процесу згоряння суміші. Так, при добавці 5 % водневмісного газу відношення H/C зросло з 2,04 до 2,11. За результатами експериментальних досліджень на бензиновому двигуні з карбюраторною системою живлення встановлено, що добавка водневмісного газу до повітряно-

го заряду в режимі холостого ходу приводить до поліпшення паливної економічності на 6,8 %, з урахуванням витрат електроенергії на отримання газу, а також зниження концентрації продуктів неповного згоряння у відпрацьованих газах. Недоліком є незначне зростання викидів оксидів азоту, що свідчить про зростання температури в циліндрах двигуна.

Поліпшення паливної економічності двигуна

На сьогодні на кафедрі «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету продовжуються дослідження щодо впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність і токсичність бензинових двигунів із системою впорскування та зворотним зв'язком. Для випробувань було обрано бензиновий двигун 4C 7,65/7,56 фірми «Volkswagen» із системою впорскування і зворотним зв'язком (рис. 1).



Рис. 1. Об'єкт експериментальних досліджень – двигун 4C 7,65/7,56 із сучасною системою впорскування бензину

Двигун встановлено на гальмівному стенді SAK-670 з електричною гальмівною машиною GPF a17h і обладнано всією необхідною вимірювальною апаратурою. Параметри двигуна у процесі дослідження контролювались за допомогою зчитування даних із блока керування двигуном через діагностичний роз'єм OBD II. Зокрема вимірювали температуру охолоджувальної рідини, тиск у впускному трубопроводі, величину коефіцієнта надлишку повітря, кут відкриття дросельної заслінки, тривалість впорскування бензину й кут випередження запалювання. Годинну витрату палива вимірювали ваговим методом за допомогою електронних терезів «МЕРА ВМ 2/3». Концентрації шкідливих речовин у

відпрацьованих газах двигуна вимірювали за допомогою газоаналізуючої апаратури; концентрації CO , CO_2 і C_mH_n методом – інфрачервоної спектроскопії газоаналізатором «Автотест-02» фірми «МЕТА»; концентрації оксидів азоту NO_x – газоаналізатором 344ХЛ-14, який працює за хемілюмінесцентним методом. Дослідження було проведено в режимі холостого ходу з частотою обертання колінчастого вала 1600 хв^{-1} . Добавку водневмісного газу подавали перед дросельною заслінкою і змінювали в діапазоні від 0 до 2,9 л/хв (від 0 до 11,3 % по відношенню до годинної витрати бензину). Встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до зростання частоти обертання колінчастого вала двигуна. Незмінність частоти обертання підтримували прикриттям дросельної заслінки. У результаті зменшення кута відкриття дросельної заслінки і враховуючи те, що добавка водневмісного газу спричиняє збагачення паливоповітряної суміші, блок керування двигуном примусово зменшував кількість поданого палива G_n для забезпечення складу паливоповітряної суміші, близького до сте-хіометричного ($\alpha \approx 1$).

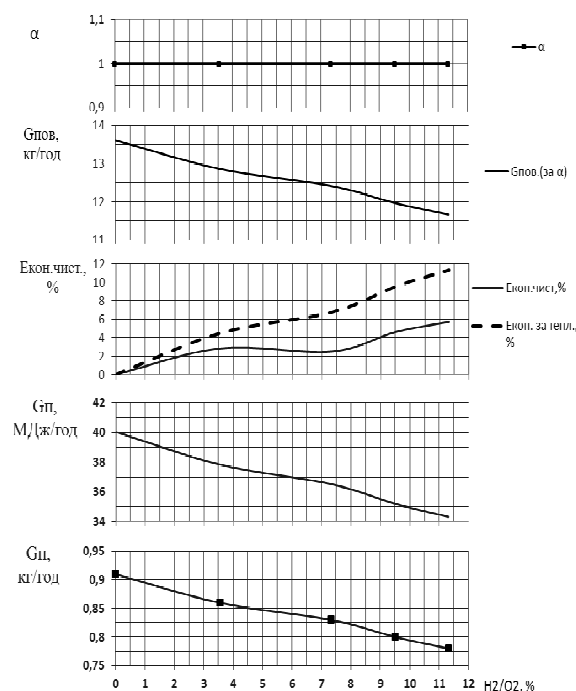


Рис. 2. Вплив добавки водневмісного газу на показники паливної економічності та енергетичні показники двигуна 4Ч 7,65/7,56

Як видно з рис. 2, при роботі з добавкою 11,3 % водневмісного газу годинна витрата бензину G_n з 0,91 кг/год знизилася до 0,78 кг/год. Економія бензину становить

14,3 %. Враховуючи затрати електроенергії на проведення електролізу, найбільша економія становить 5,7 % (Еч). Якщо враховувати теплоту згоряння водневмісного газу замість затрат електроенергії, то економія становить 11,3 % (Ет). Оскільки в умовах експлуатації на борту автомобіля в режимі холостого ходу отримати 11,3 % H_2/O_2 досить складно, то доцільно обмежити величину добавки на рівні 4–6 %, що становить 1–1,5 л/хв. При роботі з добавкою 4 % водневмісного газу витрата бензину зменшується на 7,7 %. З урахуванням витрат енергії на отримання H_2/O_2 економія палива становить 3 %. Внаслідок зменшення кута відкриття дросельної заслінки та заміщення частини повітря водневмісним газом зменшується годинна витрата повітря $G_{\text{пов}}$, що веде до зменшення масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

На концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна 4Ч 7,65/7,56 добавка водневмісного газу практично не впливає (рис. 3).

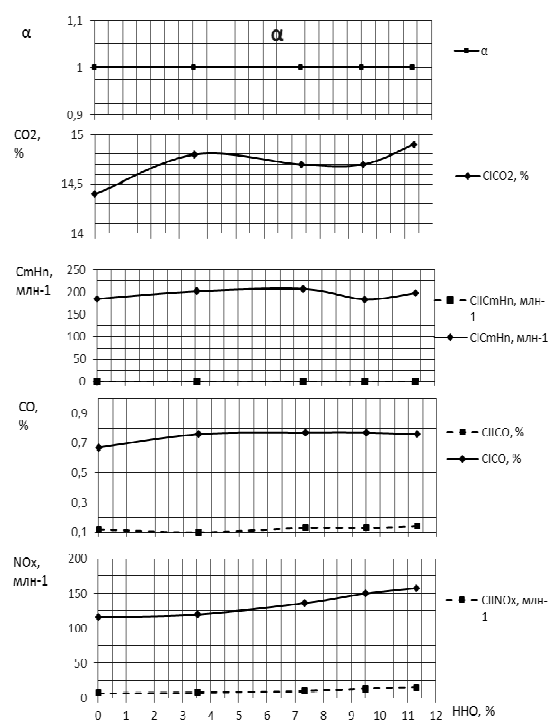


Рис. 3. Вплив добавки водневмісного газу на концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна

З показаних на рис. 3 залежностей видно, що концентрації оксидів вуглецю (CO і CO_2) та вуглеводнів C_mH_n практично не змінилися порівняно з роботою двигуна лише на бензині. У результаті підвищення температури в

циліндрах двигуна дещо зросли концентрації оксидів азоту NO_x . Разом з тим, концентрації шкідливих речовин, заміряні після нейтралізатора, при роботі двигуна на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду зменшуються в усьому діапазоні добавок H_2/O_2 . Оскільки у цьому двигуні із системою впорскування та зворотним зв'язком підтримується стехіометричний склад суміші, то ефективність роботи нейтралізатора є досить високою.

На рис. 4 показано залежності ефективності нейтралізації основних шкідливих компонентів відпрацьованих газів від величини добавки водневмісного газу.

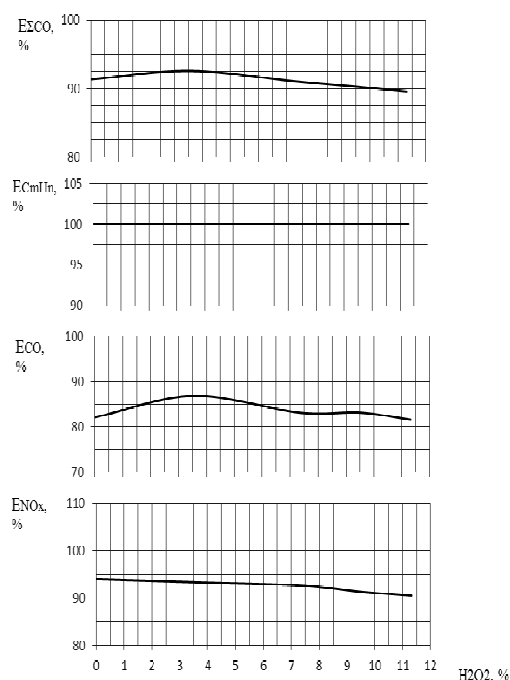


Рис. 4. Ефективність роботи каталітичного нейтралізатора двигуна 4Ч 7,65/7,56 при роботі з добавкою водневмісного газу в режимі холостого ходу ($n=1600 \text{ хв}^{-1}$)

Як видно з рисунка, добавка водневмісного газу до повітряного заряду двигуна не впливає на ефективність роботи каталітичного нейтралізатора, що дозволяє покращити паливну економічність сучасного бензинового двигуна із системою впорскування без погіршення екологічних показників.

Висновок

Добавка водневмісного газу H_2/O_2 до повітряного заряду бензинового двигуна 4Ч 7,65/7,56 із системою впорскування та зворотним зв'язком у режимі холостого ходу дозволяє покращити паливну економічність,

з урахуванням витрат енергії на отримання газу до 5,7 % при роботі з добавкою 11,3 % газу. Оскільки на отримання такої кількості газу необхідно затратити велику кількість енергії, то в умовах експлуатації добавку доцільно обмежити на рівні 4 %, при роботі з якою економія палива, з урахуванням витрат енергії, становить 3 %. Разом з тим, показники токсичності залишаються майже на рівні роботи двигуна без добавки газу. Встановлено, що добавка водневмісного газу не впливає на ефективність роботи каталітичного нейтралізатора.

Література

1. Yilmaz A.C. Design and applications of hydroxy (HHO) system / Ali Can Yilmaz // Thesis titled above was reviewed and approved for the award of degree of the Master of Science by the board of jury on – 2010. – P. 59–63.
2. Yadav Milind S. Investigations on generation methods for oxy-hydrogen gas, its blending with conventional fuels and effect on the performance of internal combustion engine / S. Yadav Milind, S. M. Sawant, A. Anavkar Jayesh, V. Chavan Hemant // Journal of Mechanical Engineering Research. – 2011. – Vol. 3(9). – P. 325–332.
3. Смоленский В.В. Особенности процесса сгорания в бензиновых двигателях при добавке водорода в топливо-воздушную смесь: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. тех. наук: спец. 05.04.02 «Тепловые двигатели» / В.В. Смоленский. – Тольяти, 2007. – 21 с.
4. Гутаревич Ю.Ф. Вплив добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. – 2015. – Вип. 32. – С. 100–107.
5. Вплив додавання суміші водню з киснем на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна в режимі холостого ходу / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, Є.В. Шуба, О.Д. Філоненко, І.В. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. – 2014. – Вип. 29. – С. 78–85.

Рецензент: О.М. Врублевський, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 13 червня 2016 р.